

Uma Experiência no Ensino de Algoritmos utilizando Ambientes Visuais de Programação 3D

Halley Wesley A. S. Gondim, Ana Paula Ambrósio, Fábio Moreira Costa

Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG)
Campus II – Samambaia – Caixa Postal 131 – CEP 74001-970 Goiânia – GO - Brasil

{halley, apaula, fmc}@inf.ufg.br

Resumo. *A disciplina de Algoritmos e Programação de Computadores possui um dos maiores índices de reprovação em cursos de computação. A falta de motivação e a dificuldade no raciocínio lógico/algorítmico são alguns dos fatores que levam ao baixo rendimento. Este artigo apresenta uma experiência do uso do Ambiente de Desenvolvimento Visual 3D Alice, associado à metodologia PBL em um laboratório de tablets, como forma de introduzir os conceitos básicos de programação. A turma foi acompanhada através de questionários e avaliações que permitiram identificar sua percepção de uso da ferramenta e a compreensão dos conceitos de programação apresentados.*

Abstract. *Algorithms and Computer Programming courses have one of the highest failure rates in Computer Science programs. The lack of motivation and difficulties with logic/algorithmic reasoning are some of the factors that lead to low retention numbers. This paper presents an experience using Alice, a Visual Development Environment, associated to the PBL methodology in a tablet PC laboratory as means of teaching basic programming concepts. The group was followed closely through the application of questionnaires and tests that permitted identify their perception concerning the tool and their comprehension of the programming concepts presented.*

1. Introdução

Ensinar programação básica no ensino superior é um dos grandes desafios da computação. Tradicionalmente, o aluno ingressante nos cursos de informática tem seu primeiro contato com programação nestas disciplinas, onde se depara com a necessidade de desenvolver um raciocínio lógico/algorítmico que não possui, conhecer uma nova tecnologia e aprender uma linguagem com sintaxe nem sempre fácil. Este cenário gera grande dificuldade na aprendizagem [Rocha 1991], além de ser pouco estimulante, pois a resolução de problemas pouco atrativos, geralmente usados nestes cursos, causam ainda mais antipatia pela disciplina [Chen e Morris 2005]. Nem mesmo um maior envolvimento do professor com a turma melhora a situação, já que pelo número elevado de alunos alguns acabam sendo deixados de lado criando um ambiente propício para o desânimo, a evasão e a reprovação [Gomes 2000].

Como estas disciplinas têm sido responsáveis, a nível mundial, pelo grande número de reprovações e desistências em cursos de Computação [Denning, 2004], estudos sobre o métodos de ensino são essenciais para os cursos da área. Assim, pesquisar qual o melhor método para ministrar as disciplinas de Algoritmos e

Programação de Computadores tem servido de base para muitas discussões entre profissionais e entidades como a ACM (American Association for the Computing Machinery) e o IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc) [Astrachan et al. 2005], [Bruce, 2005] e [SIGCSE-members, 2005], assim como o desenvolvimento de ferramentas que possam auxiliar no processo, tais como Scratch [Resnick et al 2007], Raptor [Carlisle 2003], Ladder [Paulson 2007], Esboço de fluxogramas [Gondim et al 2008], dentre outras.

Muitas destas ferramentas trabalham com o componente visual. Isto se deve ao fato do ser humano possuir uma maior habilidade de compreensão de algoritmos através de ferramentas que incorporem formas visuais, e não somente código texto. Esta facilidade deve-se ao processamento cerebral, já que o hemisfério esquerdo do cérebro está vinculado à informação oral e lógica, enquanto o hemisfério direito processa informações espaciais e visuais. Logo, o aluno ao interpretar um código fonte (textual) utiliza somente o hemisfério esquerdo do cérebro. Ao utilizar aspectos visuais e textuais, ambos os hemisférios do cérebro são estimulados, permitindo uma compreensão melhor do problema [Da Silva 2001]. Assim, ferramentas interativas que utilizam recursos gráficos e sonoros podem se tornar grandes aliadas no processo de aprendizagem de programação de computadores [Borges 2000], uma vez que estimula o lúdico através de jogos, brincadeiras, músicas e dramatizações.

Este artigo relata a experiência do uso do ambiente Alice, associado à metodologia PBL (Problem Based Learning) em um laboratório de tablets PC, em cursos introdutórios de Algoritmos e Programação de Computadores no Instituto de Informática da UFG. O trabalho se insere no Projeto Higher Education HP Technology for Teaching Grant que tem como objetivo global o beneficiamento de universidades com tecnologias de ponta para gerar novas metodologias e experiências que melhorem o ensino.

A escolha da ferramenta Alice foi motivada por diversos fatores: Focar o desenvolvimento do raciocínio algorítmico, evitando a interferência de sintaxe, sem deixar de introduzir os conceitos básicos de programação. Utilizar características dos tablets, incluindo o uso do equipamento na posição de tablet, visando uma maior colaboração entre os membros de um grupo, e o uso da caneta para arrastar os elementos da programação. Tornar a aprendizagem mais prazerosa, fácil e duradoura através do uso de animações desenvolvidas como soluções de problemas mais concretos, geralmente envolvendo contos de uma estória. Motivando os alunos, tornando-os mais pro-ativos e colaborativos, reduzindo o número de desistências e reprovações.

Os alunos foram avaliados e monitorados durante as aulas através de questionários, testes, resolução de problemas e listas de exercícios. Esta experiência trouxe diversos resultados interessantes que são apresentados no decorrer do artigo. Para isto, inicia-se com a apresentação do Ambiente de Desenvolvimento Visual 3D Alice, na seção 2 seguida de uma descrição do projeto HP e da metodologia adotada nas aulas na seção 3. Na seção 4 são apresentados os resultados seguidos de uma análise dos mesmos, finalizando com as conclusões tiradas desta experiência.

2. O Ambiente Visual 3D Alice

Alice é um ambiente de desenvolvimento 3D inovador que facilita a criação de animação para contos(estória), criar um jogo interativo, ou compartilhar um vídeo na web. Ele utiliza uma interface do tipo clique-e-arraste que torna a interface mais envolvente e menos frustrante na primeira experiência com programação [Dann 2009].

O Projeto Alice é uma iniciativa que envolve diversas universidades, sua primeira versão foi desenvolvida na década de 90, e atualmente se encontra na versão 2.0. É uma ferramenta desenvolvida para alunos ingressantes em cursos de graduação (Figura 1). Existe uma versão chamada *Storytelling Alice* destinada a meninas do ensino médio, visando atrair garotas para a área. Uma nova versão (3.0) está sendo desenvolvida com novas funcionalidades, além de novos personagens com base ao *game* “The Sims 2”. No entanto, o crédito maior do seu desenvolvimento deve ser dado à universidade de Carnegie Mellon que abriga atualmente a diretora do projeto Wanda Dann, o pesquisador Dennis Cosgrove, que está no projeto desde a sua concepção.

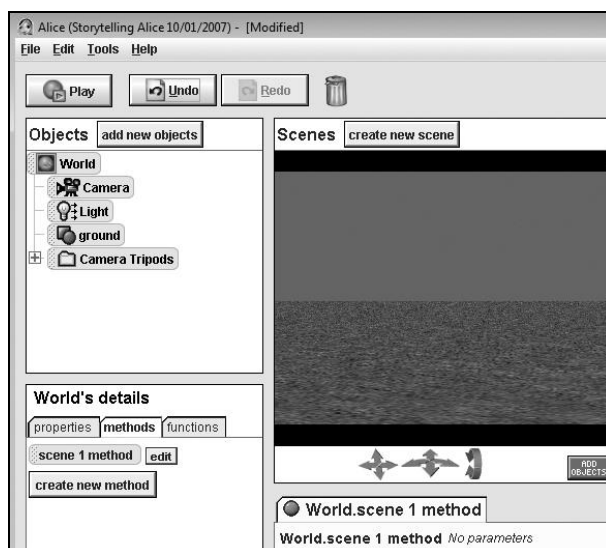


Figura 1. Tela principal do ambiente Alice

Com o objetivo de ensinar estruturas e características das linguagens de programação, o ambiente Alice possui comandos do tipo *If/Else*, *While*, *For*, *Print*, *Up*, *Down*, além de métodos, parâmetros, funções etc. O aluno pode aplicar estes comandos aos objetos inseridos no mundo, fazendo-os realizar ações, facilitando a assimilação de conceitos de programação. A execução do programa é feita clicando em um botão Play. Caso haja um erro, este pode ser corrigido e o programa executado novamente. Assim, através de tentativa e erro, o aluno corrige seus erros de programação, sentindo prazer por ter executado a tarefa com sucesso. Este prazer o estimula a incrementar mais e mais seus programas. Vale ressaltar que estes erros são essencialmente de lógica e não de sintaxe, já que a estrutura do ambiente torna transparente para o aluno muitos dos detalhes sintáticos da linguagem.

Conforme podemos ver na Figura 1 o ambiente de desenvolvimento Alice possui muitas características das ferramentas IDEs tradicionais de programação, ou seja, contém árvores de objetos, menus para edição das propriedades, funções e métodos de cada objeto, área de código, uma parte destinada à inserção dos objetos no mundo e os

botões para manipulação dos objetos (rotacionar, aumentar/diminuir escala, transladar etc). Outra característica importante, e também presente em várias ferramentas de autoria, é o recurso de visualização dos objetos em vários ângulos diferentes (3D) através das setas direcionais que controlam o posicionamento da câmera principal.

O ambiente Alice possui uma série de tutoriais animados iterativos que possibilita o usuário obter noções intermediárias do ambiente, estes tutoriais são auto-explicativos, contendo uma caixa de diálogo informando o que se deve fazer. No site do Alice pode-se encontrar vídeos, artigos e materiais que possibilitam uma melhor compreensão do programa e da metodologia de ensino, como também em quais instituições o ambiente Alice é utilizado, para propiciar uma troca de informações e de resultados. Infelizmente este material está essencialmente em inglês o que dificulta o seu uso pelos alunos de graduação, pois grande parte não possui o pleno conhecimento da língua, causando um atraso significativo na compreensão do ambiente. Mesmo o ambiente Alice sendo intuitivo, esta limitação acabou se tornando um obstáculo na aprendizagem.



Figura 2. A) Lista de comandos. B) Objeto (Trevor) no mundo Storytelling Alice

3. A Disciplina Algorimos e Programação de Computadores

O projeto nasceu do baixo desempenho dos alunos do Instituto de Informática da UFG nas disciplinas introdutórias da Computação tanto no curso de Ciência da Computação quanto para os outros cursos que possuem esta disciplina na sua grade como: Agronomia, Engenharia de Alimentos, Música, Matemática, Física. Os alunos encontravam diversas dificuldades de aprendizagem, alto índice de reprovação e também desânimo. Este contexto motivou a pesquisa de novas metodologias e ferramentas que pudessem contribuir para minimizar/resolver estes problemas, visando também tirar proveito das características do tablet PC, como a facilidade de manuseio da caneta e a tinta digital. Optou-se por utilizar a metodologia de Problem Based Learning (PBL) associada a ferramentas visuais: Alice e Netbeans(Java).

O método PBL enfatiza o aprendizado através da resolução de problemas. Nesse método o aluno é o ator principal do seu aprendizado, pois ao se deparar com um problema apresentado pelo professor ele deve procurar ativamente a solução, sem exemplos prévios de resolução. O papel do professor se dá como instrutor, podendo citar fontes onde os alunos poderão pesquisar a solução do problema e acompanhar seu raciocínio, podendo direcioná-lo caso fuja do objetivo, mas fica a cargo do aluno pesquisar, desenvolver e apresentar uma solução. Nesse método também são empregados alguns conceitos de trabalho colaborativo, pois os alunos são separados em

pequenos grupos, no máximo seis alunos, no qual eles poderão discutir internamente, as soluções para tal problema.

A descrição de um problema é dada a cada grupo, onde por 40 minutos aproximadamente os alunos discutem entre si quais são as possíveis formas de se resolver o problema, associando-o ao conhecimento que possuem e identificando os tópicos que precisam saber mais com os quais ainda não estão familiarizados, o chamado *brainstorming*. Passada esta fase, os alunos filtram suas idéias e as agrupam, obtendo os objetivos de aprendizagem, que representam os assuntos que devem ser pesquisados/estudados. Extraclasse, os alunos individualmente trabalham com os objetivos de aprendizagem, não sendo permitida a divisão de trabalho. Tendo obtido os conhecimentos necessários para a solução do problema os alunos se reúnem novamente para propor uma solução conjunta, obtida a partir das pesquisas e soluções individuais de cada aluno. O algoritmo é implementado utilizando o ambiente Alice/Java. Este processo pode levar uma ou várias semanas, dependendo do grau de complexidade do problema. Eventualmente pode ser ministrada uma aula expositiva abordando temas que foram mal compreendidos pelos alunos ou para complementar os objetivos de aprendizagem propostos pelos alunos.

O laboratório utilizado para ministrar a disciplina é composto por quatro mesas em formato trapézio com capacidade para seis alunos cada. Para cada aluno foi disponibilizado um tablet PC já com ambiente Alice instalado, juntamente com todos os outros softwares necessários para o curso da disciplina. A turma, inicialmente com quarenta alunos, foi dividida em duas turmas de vinte, para que cada aluno pudesse ter o seu próprio tablet PC. Estas turmas foram ministradas em horários distintos por professores distintos.

Além dos professores, um para cada turma, a equipe foi composta ainda por um monitor e dois estagiários do programa Estágio Docência do Instituto de Informática. O professor estagiário auxiliou os professores em sala de aula, dando suporte aos alunos. O monitor, por sua vez, cumpriu uma carga horária semanal de 12 horas, no laboratório, em horários diferentes das aulas auxiliando os alunos de baixo rendimento.

A disciplina foi dividida em duas partes: a primeira usando o ambiente Alice e a segunda o ambiente Java. Todos os conceitos básicos de programação foram abordados na primeira fase, exceto vetores e matrizes que só foram vistos em Java visto que Alice ainda não suporta bem estas estruturas de dados (erros). A primeira parte estendeu-se por um mês e meio, enquanto a segunda parte durou 3 meses e meio. Cada fase contou com 5 problemas propostos, porém distintos.

Para apresentar o ambiente Alice foram utilizados os próprios tutoriais disponíveis no programa, além de exemplos desenvolvidos em sala de aula sendo acompanhados passo a passo pelo aluno em seu tablet. A metodologia PBL e o restante do conteúdo foram passados ao longo do tempo com a introdução de novos problemas, que iniciaram bem simples e foram se tornando cada vez mais complexos. O problema introdutório consistiu em escolher uma personagem da galeria e animá-lo de forma livre. O último problema utilizando o ambiente Alice consistia em simular uma lanchonete onde uma garçonete deveria atender 5 mesas com vários clientes. Foi introduzido um controle sobre a quantidade de bebidas disponíveis no freezer. Cada pedido era retirado do freezer, solicitando a reposição quando o mesmo estivesse vazio. Foi avaliada a

criatividade, utilização dos comandos e suas formas de uso. Os alunos tiveram como base o jogo The Waitress (<http://www.ojogos.com.br/jogo/thewaitress.html>) Acesso em: 4 ago. 2008.

Os problemas implementados no NetBeans/Java incluíram problemas mais tradicionais como por exemplo desenvolvimento de um sistema de login de um terminal bancário utilizando vetores/arquivos, Batalha Naval e Torre de Hanoi.

O ambiente Alice foi avaliado através de dois questionários aplicados aos alunos, além de uma prova escrita, correção dos problemas e acompanhamento dos alunos pelos professores. Após três semanas utilizando o ambiente foi realizada uma enquete com o objetivo de avaliar a familiaridade dos alunos com o ambiente e os conceitos de programação já aprendidos pelos mesmos com o uso de Alice. O primeiro questionário tinha 13 questões objetivas onde seis avaliaram o grau de familiaridade com o ambiente e sete avaliaram os conceitos relacionados à programação clássica. Além disso, uma questão subjetiva foi elaborada com o objetivo de colher as opiniões dos alunos quanto aos pontos positivos e negativos do uso do ambiente na disciplina, bem como as dificuldades enfrentadas por cada um.

No final do semestre outro questionário foi aplicado com o objetivo de avaliar a contribuição do ambiente Alice para o entendimento dos conceitos básicos de programação de computadores, vistos posteriormente em Java. Desta vez foram elaboradas oito questões objetivas, acrescidas com um campo de comentários onde os alunos tiveram a liberdade para complementarem suas respostas. Além disso, uma questão subjetiva genérica que indagava se o aluno utilizaria um ambiente de programação visual 3D como o Alice como ferramenta de auxílio ao ensino, e o que ele faria de diferente na disciplina teve como objetivo colher a opinião dos alunos sobre a impressão causada pelo ambiente e a receptividade do mesmo. Além disso, os alunos tiveram liberdade para criticarem, não só o ambiente, mas também o método utilizado, os recursos e os professores.

4. Questionários

A aplicação dos questionários serviu para avaliar a percepção/abstração dos alunos nesta nova metodologia de ensino, bem como analisar a transição de um ambiente 3D para um ambiente mais tradicional(código-texto). A transição se mostrou tranquila, já que os alunos possuíam uma boa base desenvolvida através da resolução de problemas no Alice e a turma estava motivada. Verificou-se que o método PBL, auxiliado pelos modelos visuais, contribuíram para o sucesso dos alunos na disciplina, pois ao se depararem com uma ferramenta de animação os alunos expressaram interesse, resultando assim em baixa desistência e reprovação, desenvolvimento da pró-atividade e maior autonomia de estudo e pesquisa.

4.1 Primeiro Questionário

O primeiro questionário foi aplicado no início do curso quando os alunos tinham completado um mês e meio de aula e já estavam familiarizados com o ambiente Alice. Ele continha 13 questões de múltipla escolha com apenas uma opção de marcação. Nesta primeira fase o objetivo era analisar o ambiente de programação Alice, levando em consideração suas funções, visual, facilidade e também o grau de abstração dos

conceitos de programação. O resultado mostrou que de forma geral os alunos gostaram de trabalhar com a ferramenta Alice e assimilaram bem os conceitos de programação apresentados.

Gráfico 1. A) Dificuldade nos conceitos do ambiente Alice (povoar, selecionar, mover). B) Ajuda do Alice no entendimento a programação clássica

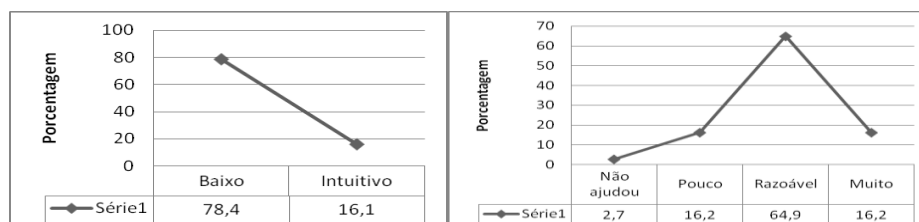


Gráfico 2. A) Programação no ambiente Alice B) Recursos visuais do Alice

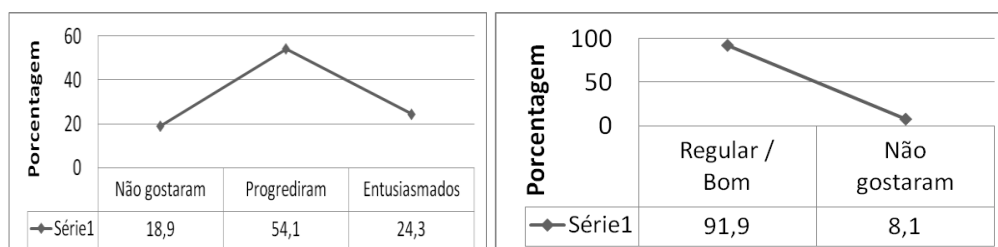
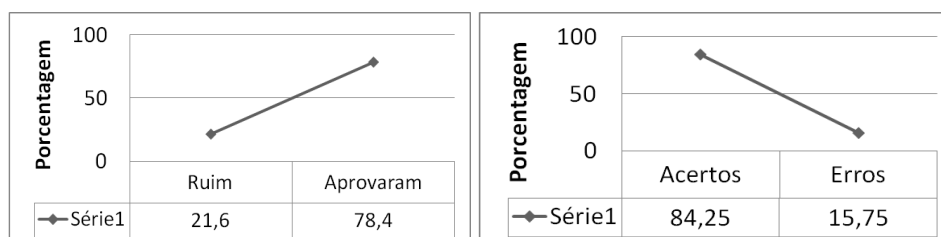


Gráfico 3. A) Auxílio na programação B) Conceitos de programação assimilados (média)



Vale ressaltar que no resultado do gráfico 2-A, 18,9% não gostaram do ambiente devido à quantidade de bugs no programa e lentidão, tais como: erros na definição de vetores, falha em algumas funções, e o principal que é o travamento.

As questões 6 a 10,12 e 13 foram para verificar os conceitos de programação já assimilados, tais como variáveis, eventos, métodos, funções, comandos if/while etc. A média dos resultados obtidos encontra-se na gráfico 3-B, mostrando que os alunos em geral assimilaram bem os conceitos de programação com o Alice. Na décima primeira questão, que tratava a comunicação entre objetos, tema não abordado em sala de aula, 31,5% dos alunos acertaram a alternativa correta, mostrando que alguns foram além dos conhecimentos propostos na disciplina.

A última questão foi a única discursiva, e mostrou, como ponto negativo do ambiente, o fato de ser lento e travar constantemente. Alguns alunos se queixaram de não encontrar comandos/recursos de forma fácil. Outra opinião compartilhada foi que os personagens não possuem movimentos suaves, diferente do mundo real. Do lado positivo citaram a semelhança dos comandos em Alice com os das demais linguagens de programação e a facilidade de compreensão da lógica do problema.

4.2 Segundo Questionário

A segunda enquete realizada com os alunos no final do semestre letivo possuía 8 questões também com múltipla escolha e foi de fundamental importância para a conclusão dos estudos acerca do experimento. Com base neste questionário verificamos o grau de desenvolvimento dos alunos referentes a lógica algorítmica e da linguagem de programação. O resultado obtido foi bastante satisfatório.

O segundo questionário apresentou os seguintes resultados:

Gráfico 4. A) Contribuição do Alice no aprendizado de Algoritmos. B) Contribuição do ambiente Alice para aprendizado dos conceitos de programação.

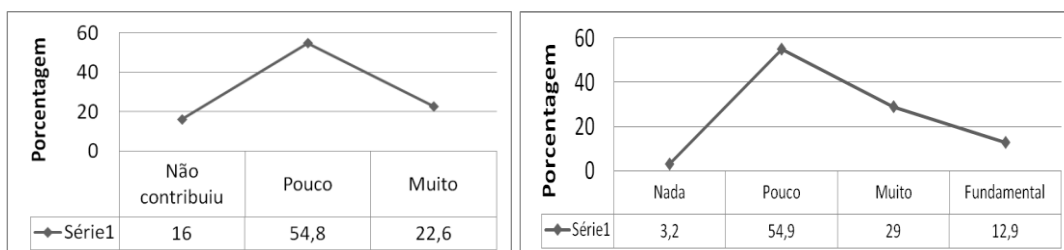


Gráfico 5. A) Conceitos de orientação a objetos. B) Recursos utilizados (Materiais, laboratórios, monitores).

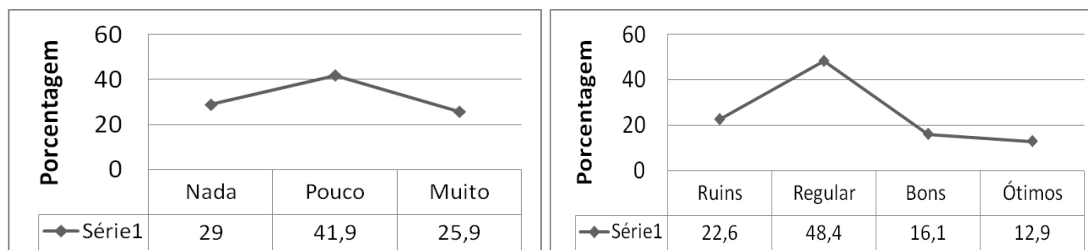


Gráfico 6. A) Recursos gráficos do Alice (realismo, animações). B) Programação dos objetos em Alice.

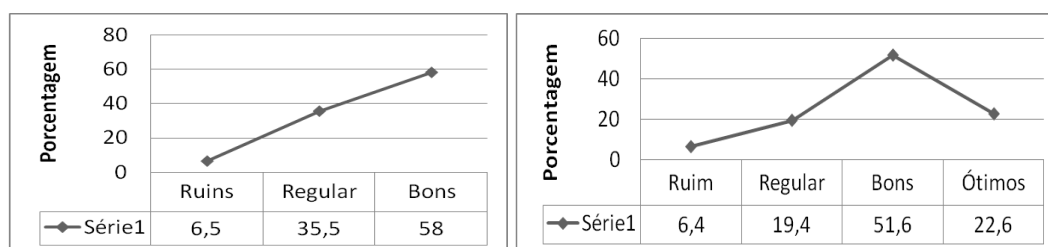
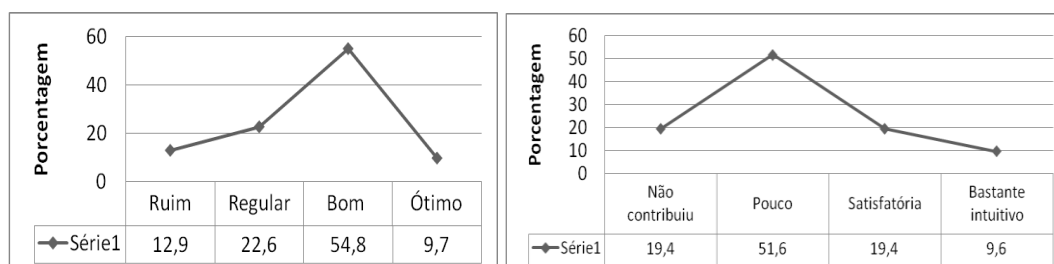


Gráfico 7. A) Programação clique-e-arraste. B) Transição do ambiente Alice para Java.



Mais uma vez pode-se perceber que apesar da disciplina não possuir um foco de orientação a objetos, uma boa porcentagem dos alunos compreenderam a idéia de orientação a objetos (Gráfico 6-B).

Em relação à programação clique-e-arraste (Gráfico 7-A / questão 7) encontramos o seguinte comentário de um aluno: *“Ajuda até um certo ponto, quando se faz algo pequeno sim, mas quando necessitamos fazer algo maior fica muito cansativo.”*.

O método PBL foi o tema da nona questão, sendo esta dissertativa: *“Se você fosse ministrar a disciplina de Programação de Computadores 1 você utilizaria um ambiente de programação visual 3D como o Alice como ferramenta de ensino?”*. Dos trinta e um alunos, vinte e seis responderam sim. No entanto, todos os alunos que responderam sim fizeram ressalvas sobre o método. As respostas mais comuns foram: *“Usaria, visto que para iniciantes é uma excelente maneiras de despertar o interesse pela arte de programar. Só não usaria o Alice em conjunto com PBL.”*.

5. Conclusão

No método tradicional de ensino de programação, os alunos dificilmente se sentem entusiasmados, pois têm que se concentrar em problemas de codificação e compilação gerados pela rigidez das linguagens de programação profissionais, além da resolução algorítmica do problema. Para tentar resolver esses problemas foram criadas abordagens diferenciadas e ferramentas que as acompanham. Essas ferramentas prometem tornar o ensino de programação mais intuitivo e atraente para os alunos iniciantes. Uma destas ferramentas, o Ambiente de Programação Visual 3D Alice, foi utilizado de maneira experimental em uma turma de Algoritmos e Programação de Computadores associado ao uso de tablets e à metodologia PBL. Esta turma foi acompanhada através de questionários e avaliações que visaram identificar sua percepção de uso da ferramenta e a compreensão dos conceitos de programação.

Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios. Apesar de não ter havido um aumento significativo na média das notas, houve baixo número de reprovações (10% contra 50% nos anos anteriores) e apenas uma desistência. Os questionários mostram que os alunos tiveram uma boa compreensão dos conceitos, em alguns casos, além do proposto. Além disso, o aprendizado de algoritmos se tornou uma tarefa mais fácil, segundo os próprios alunos.

A experiência realizada veio corroborar a idéia de que um ambiente visual interativo como o Alice pode tornar o processo de ensino-aprendizado mais intuitivo e leve para os alunos, estimulando e motivando-os. O sucesso do uso de uma ferramenta de auxílio ao ensino está intimamente ligado à metodologia utilizada para explorar tal ferramenta. O uso de PBL auxiliou bastante no desenvolvimento dos alunos, implicitamente de ânimo e desenvolvimento.

Além disso, o perfil dos alunos deve ser investigado para que a metodologia empregada seja adequada, juntamente com a ferramenta de apoio. O perfil do aluno ingressante no ensino superior no Brasil é o mesmo perfil do aluno de ensino médio, acostumado a receber todas as instruções para resolver um problema. Quando um problema novo surge esse aluno não consegue raciocinar de forma diferente da forma

com que ele foi treinado. O uso do método PBL foi inicialmente vista de forma negativa pelos alunos, que se viram obrigados a adquirirem conhecimento de forma autônoma. Parte desta frustração foi transferida para o Alice. No entanto, a metodologia contribuiu de forma significativa para torná-los mais pró-ativos e independentes, trabalhando de forma colaborativa e em grupos.

Referências

- Astrachan, O., Bruce, K., Koffman, E., Kölling, M., & Reges, S. (2005). Resolved: Objects early has failed. SIGCSE '05: Proceedings of the 36th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, St. Louis, Missouri. 451-452.
- Borges, M. A. F. Avaliação de uma metodologia alternativa para a aprendizagem de programação. In: VIII Workshop de Educação em Computação WEI 2000. CURITIBA, PR, BRASIL., 2000.
- Bruce, K. B. (2005). Controversy on how to teach CS 1: A discussion on the SIGCSE-members mailing list. SIGCSE Bulletin (Association for Computing Machinery, Special Interest Group on Computer Science Education), 37(2), 111-117.
- Carlisle, M., Wilson, T. Humphries, J, Hadfield, S., (2003) RAPTOR: Introducing Programming to Non-Majors with Flowcharts. http://www.usafa.af.mil/df/dfcs/bios/mcc_html/raptor.cfm. Acesso em: 2 fev. 2009.
- Chen, S. e Morris, S. (2005). Iconic programming for flowcharts, java, turing, etc. In Proceedings of the 10th Annual SIGCSE Conference on innovation and Technology in Computer Science Education. ACM Press, 104-107.
- Da Silva, M. A. V.; et al; (2001) MODI – A Proposal of a visual tool to simulate and synthesize software applied to embedded systems. DEMIC / FEEC / UNICAMP.
- Dann W., COSGROVE D. (2009) Carnegie Mellon University Alice, <http://www.alice.org> Acesso em: 2 fev. 2009.
- Denning, P. J. (2004). The field of programmers myth. Communications of the ACM, 47(7), 15-20.
- Gomes, A. J. (2000) Ambiente de Suporte à aprendizagem de Conceitos Básicos de Programação, dissertação (Mestrado). Universidade de Coimbra.
- Gondim, H. W. A. S. et al. Esboço de fluxogramas no ensino de algoritmos. In: XVII Workshop de Educação em Computação WEI 2008. Belém, PA, Brasil., 2008
- Paulson, Brandon E Hammond, Tracy. (2007) Marqs: Retrieving Sketches Using Domain-And Style-Independent Features Learned From A Single Example Using ADual-Classifer.
- Resnick M. et al, (2007) Scratch, http://info.scratch.mit.edu/About_Scratch. Acesso em: 4 ago. 2008.
- Rocha, H. V. (1991) Representações Computacionais Auxiliares ao Entendimento de Conceitos de Programação. UNICAMP.
- SIGCSE-members. (2005). Archives of sigcse-members@ACM.ORG. Retrieved March 22, 2006, from <http://listserv.acm.org/archives/sigcse-members.html>